

Кроме того, сидерит, обожженный конвертерным газом, окажет эффект и на доменное производство [3].

#### Список использованных источников

1. Хейло Д. В., Картавец С. В. Показатели интенсивности использования теплоты отходящих газов. М. : Издательский дом МЭИ, 2015. 121 с.
2. Хейло Д. В., Картавец С. В. Энергосберегающий эффект нагретой извести в кислородно-конвертерном процессе. Магнитогорск : «МГТУ». 2015. С. 142-143.
3. Шешуков О. Ю., Некрасов И. В. Сидерит как охладитель конвертерной плавки стали из углеродистого полупродукта // Сталь. 2014. № 3. С. 35-39.

УДК 624.9

Яркова В. С., Матюхин В. И.  
Уральский федеральный университет  
v.yarkova94@mail.ru

## УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ОХЛАЖДАЮЩЕГО ВОЗДУХА ТЕЛЕЖЕК ТУННЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

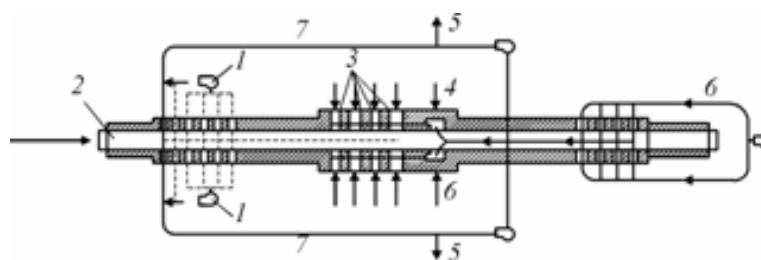
**Аннотация.** В работе изложен технологический процесс туннельной печи. Проанализированы устройства утилизации теплоты подподового пространства туннельной печи. Рассмотрен порядок действия решения задачи.

В настоящее время одной из важнейших проблем является экономия топливно-энергетических ресурсов. При этом особое значение энергосбережение имеет для энергоемких отраслей промышленности, к которым относится производство керамических изделий.

Для обжига керамических изделий производственного и бытового назначения широко применяют туннельные печи, обладающие большими потенциальными возможностями для повышения их энергетической, технологической и экономической эффективности за счет совершенствования конструкции и режимов работы данных высокотемпературных установок.

Туннельные печи относятся к печам с подвижным составом. Они представляют собой прямой канал (туннель) различных размеров (рисунок). Внутри туннеля проложен рельсовый путь. Вагонетки по внутрицевовому рельсовому пути подаются к печи и одна за другой, через определенные промежутки времени, проталкиваются в печь толкателем. Каждая вагонетка, пройдя всю длину туннеля, выдается из печи с другого конца при каждом проталкивании. Таким образом, создается непрерывное перемещение вагонеток в печи, постепенный подогрев, обжиг и охлаждение изделий, находящихся на поду вагонетки.

Тепловая работа туннельной печи для обжига кирпича отличается высокой тепловой эффективностью, в которой тепло топлива используется на 70-75 % за счет регенерации тепла готового продукта в высокотемпературную зону и рециркуляции теплоносителя в зоне.



Конструкция туннельной печи

- 1 – дымососы; 2 – загрузочный канал; 3 – окна подачи горячего воздуха в зону подогрева;  
4 – окна подачи сжатого воздуха в эжекторы; 5 – коллектор выброса горячего воздуха;  
6 – окна подачи топлива; 7 – трубопровод подачи горячего воздуха для сушилок

Однако в расходной части (таблица) теплового баланса значительную долю составляют потери теплоты в окружающую среду через кладку и охлаждающими газами. Одним из источников вторичного тепла в туннельной печи следует считать потери теплоты на охлаждение нижней части тележек. Этот источник теплоты формируется за счет теплопроводности из рабочего пространства печи через толщину футеровки подины тележки и переизлучения в охлаждающий канал, а также через неплотности соединения тележек между собой. Согласно замерам, температура в рабочем пространстве охлаждающего канала составляет от 115 до 230 °С. При этом температура поверхности нижней поверхности тележек составит несколько больше. Принимаем среднюю температуру 270 °С.

Тепловой баланс

Приходные статьи			Расходные статьи		
Количество теплоты	кВт	%	Количество теплоты	кВт	%
Теплота горения топлива	6551,5	90	Теплота выходящих из печи изделий	299,4	3,7
Теплота загружаемых изделий	94,1	1,3	Расход теплоты на разложение известняка	1849,6	5,4
Теплота, вносимая вагонетками	65	0,9	Расход теплоты на испарение и нагрев влаги	49,4	0,7
Теплота воздуха, поступающего в печь	567,5	7,8	Потери теплоты с выходящими вагонетками	250	3,4
			Потери теплоты наружными поверхностями печи	1245,3	17,1
			Потери теплоты с уходящими газами	2730,3	37,5
			Расход теплоты с горячим воздухом	719,9	9,9
			Неучтенные потери	170	2,3
Итого:	7280,9	100	Итого:	7280,9	100

Велика в тепловом балансе печи доля теплоты, теряемой с уходящими газами: 37,5 % (34,6 %), хотя температура уходящих газов достаточно низкая (120-140 °С).

Последнее обстоятельство сильно затрудняет утилизацию теплоты газов, содержащих водяные пары, а также оксиды серы, углерода, азота.

Особенностью туннельных печей для обжига кирпича является большое разбавление уходящих газов подсасываемым воздухом.

Для утилизации тепла охлаждающего канала предлагается рассмотреть установку рекуператора или теплообменные трубы установленные на поперечных балках.

Рекуператор – это теплообменник стационарного режима работы, в котором теплота непрерывно передается от дымовых газов к нагреваемому газу через сплошную твердую стенку. Чаще всего стенка имеет цилиндрическую форму, т. е. выполняется в виде трубы, внутри которой протекает один теплоноситель, а снаружи – другой.

Рассмотрим также теплообменные трубы, поверхность которых будет уточняться в процессе исследований с забором холодного воздуха за пределами цеха. Проходя в подподовом пространстве, холодный воздух будет нагреваться и подаваться на всасывающий патрубок воздушного вентилятора, который затем распределит его по горелкам. Для подогрева воздуха будем использовать зоны подогрева и обжига. Количество теплоты, при тепловом высоком КПД теплообменника, позволит снизить расход топлива в печи. Полученное тепло в теплообменнике способно изменить температуру воздуха и направить его в работу печи.

При решении этой проблемы необходимо выполнить:

- исследование существующего теплового и температурного состояния охлаждающего канала с целью установления возможностей утилизации его теплоты;
- произвести тепловой расчет трубчатого теплообменника с целью установления его размеров, возникающих сопротивлений для движения газов;
- произвести корректировку производительности и создаваемого давления воздушным вентилятором;
- определить толщину тепловой изоляции трубопроводов подачи воздушного дутья.

Предложено техническое решение по утилизации тепловых потерь из подподового пространства туннельной печи. Эти конструкции позволят повысить эффективность использования энергии и уменьшить экономические затраты на работу печи.

#### Список использованных источников

1. Тепловые расчеты печей и сушилок силикатной промышленности / А. М. Баренбойм, Т. М. Галиева, Д. Б. Гинзбург, А. М. Гриссик, В. Н. Зимин, В.А. Кузьяк, Э. М. Рутман, Е. И. Ходоров, А. Ф. Чижский. М. : Стройиздат, 1964. 496 с.
2. Расчет печей и сушил силикатной промышленности / П. В. Левченко. М. : Высшая школа, 1968. 368 с.
3. Теплотехнические расчеты металлургических печей: учебник для студентов вузов / Я. М. Гордон, Б.Ф. Зобнин, М. Д. Казяев [и др.], 3-е изд. М. : Металлургия, 1993. 368 с.